

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PLASMA JET TORCH

Patent Number: JP62081274  
Publication date: 1987-04-14  
Inventor(s): KANEKAWA AKIRA  
Applicant(s):: AKIRA KANEKAWA  
Requested Patent: ☐ JP62081274  
Application Number: JP19850219941 19851002  
Priority Number(s):  
IPC Classification: B23K9/26 ; H05H1/28  
EC Classification:  
Equivalents: JP1645576C, JP3008873B

### Abstract

**PURPOSE:** To obtain the small sized torch head usable continuously for long time by outer-fitting a cover member to the nozzle cap which holds and support the nozzle and by flowing the air into the gap provided between the cover member and nozzle cap.

**CONSTITUTION:** A plasma torch 1 provides a peripheral groove 10 and longitudinal groove 11 on the outer peripheral face of a nozzle cap 2 to oppose a small hole 13 to the longitudinal groove 12 of the jacket 9 of a head assembly 7. The air is ascended along the longitudinal groove 12, passing through the air jet port 14 around an electrode 6 when a compressed air is fed to the pipe 8 for serving the electrification as well by fitting the cap 2 to the jacket 9, and blown out of the small hole 13. This blownout air flows down and out the gap caused by the outer-fitting of the cover member 3 along the peripheral groove 10 and longitudinal groove 11 to cool the cap 2. The continuous use for long time is thus enabled.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

Ref. #15  
TDTD 10465.1  
K. Horner-Richardson  
09/821,868

(19) Japan Patent Agency (JP)

**(12) PATENT BULLETIN (A)**

(11) Patent Application Publication No.: Sho 62(1987) - 81274

(43) Date of Publication: April 14, 1987(Showa 62)

(51) Int. Cl. <sup>4</sup>	ID Code	Agency Ref. No.
B 23 K 9/26		E-7727-4E
H 05 H 1/28		7458-2G

Request for Examination: None  
 Number of Invention: 1  
 (Total 8 pages)

(54) Title of Invention: Plasma Jet Torch

(21) Patent Application No.: Sho 60 (1985)-219941

(22) Date of Application: October 2, 1985 (Showa 60)

(72) Inventor: Akira Kanekawa, I-833-2 Ohta, Ohta-cho, Ohta City

(71) Applicant: Akira Kanekawa, I-833-2 Ohta, Ohta-cho, Ohta City

(74) Agent: Hisaki Nagata, Patent Attorney

## SPECIFICATIONS

### 1 Title of Invention

Plasma Jet Torch

### 2 Claims

1. A plasma jet torch for an air-cooled mobile air plasma cutter consisting of a torch head assembly, a nozzle, and a nozzle cap. Its characteristic features are as follows. A gap provided between the said nozzle cap and a cover over the nozzle cap is used as the flow path of cooling portion of compressed air discharged from the said torch head assembly.
2. The plasma jet torch described in Claim 1, in which the gap is created by recesses provided on the outer surface of the nozzle cap.
3. The plasma jet torch described in Claim 1, in which the gap is created by recesses provided on the inner surface of the cover.
4. The plasma jet torch described in Claims 2 and 3, in which the recesses consist of at least one circumferential groove and multiple longitudinal grooves on the outer and/or the inner surfaces.

### 3 Detailed Description of Invention

#### (a) Technical Area of Invention

This invention pertains to the improvements of a plasma jet torch in an air plasma cutter.

### **(b) Existing Technology**

The plasma is a gas in a state ionized into electrons and ions, which results when a gas is heated to a high temperature. The plasma jet cutting is a cutting process in which the plasma jet is injected on a work piece to cut it using the plasma's high temperature. The plasma jet torch used in this process is based on the principle as shown in Fig. 11, for example. The model shown in the figure generates arcs in the torch with a tungsten electrode as the negative electrode and supplies a working gas (argon, nitrogen, hydrogen, etc.) around the arc and discharge it from a nozzle (4). The current density can be increased by making the cross section of the arc small, and therefore a very high temperature (33000 C) can be obtained. This method can be used for electrically conductive work pieces, but has been widely used for cutting metals including aluminum and stainless steel. In the conventional plasma cutting, however, a gas such as argon must be used as the working gas, and the use of such gas requires careful maintenance and control as well as considerable skills for delicate adjustments in setting the gas pressure and the working current.

To resolve such difficulties, a plasma cutter utilizing compressed air as the working gas was recently developed. That is, while such air plasma cutter is incapable of cutting thick (more than about 20 mm) pieces, it uses a common air compressor as the source of the working gas, making its handling much simpler. Therefore, it is particularly well suited for cutting thin stainless steel pieces for building hardwares and steel plates for automobiles because it yields the small cutting width, the reduced dross and little thermal contraction of work pieces.

One of the characteristic features of the air plasma cutting process is its capability of sharp and precise cutting with a very small cutting width, thus minimizing the post cutting treatment. Therefore, attempts have been made to construct the torch head, the tip of the nozzle in particular, as slender as possible so that the cutting operations can be made visually observing the cutting points.

In addition, in the plasma cutting, the extremely hot plasma is generated and the torch head must be cooled. There are two types of systems for such cooling; the water-cooling type in which cooling water is circulated in the nozzle or the air-cooling type in which part of compressed air supplied as the working gas is used for cooling.

The torch nozzle in a conventional air-cooled air plasma cutter is shown in Fig. 12(a). The nozzle (4) is to be cooled by the compressed air passing through multiple longitudinal notches (19) (Fig. 12(b)) provided along the circumference of the base (18) of the nozzle (4).

### **(c) Problems To Be Resolved by Invention**

The air plasma cutter has various advantages as mentioned above. The conventional model with a small torch head described in the preceding paragraph, however, has such shortcomings that its continuous use for a long period of time is not allowed because its insufficient cooling effect causes an excessive burning of the torch nozzle. That is, the tip of the nozzle melts by the heat of high temperature plasma injection and the heat reflected from the work piece during cutting. The melting sometimes occurs not only in the nozzle itself but also in the nozzle cap protecting the nozzle.

The plasma jet orifice of the nozzle enlarges as its burning progresses and this enlargement almost always occurs eccentrically, resulting in the imprecise cutting due

to the plasma injected at improper positions.

When a water-cooling type is adopted to avoid such burning, a more complex assembly and a larger nozzle head are required. Even with an air-cooling type, a larger nozzle head is necessary to increase the air flow, reducing the visibility and thus the cutting precision as well as the operating efficiency.

#### **(d) Means for Resolving Problems**

The inventor of the present patent, after his long dedicated efforts, has successfully developed a plasma jet torch with a smaller torch head which withstands a long continuous use because of the forced cooling of the nozzle cap by using part of the compressed air supplied as the working gas.

In other words, in the plasma jet torch of the present invention, a cover is added to the nozzle cap to protect and support the nozzle, and the cooling air passes through the gap provided between this cover and the nozzle cap.

Note that, in the present specifications, the torch head assembly designates the part containing the electrode, including the connection to the power source of the plasma cutter main body and the piping for the compressed air. The shape of this part may be a straight type or a so-called L-type with the bent tip. This part is usually covered and equipped with a switch, and it is used as the handle for the manual operations. It can, of course, be used with an automatic cutter.

The nozzle cap designates the cover at the torch tip around the nozzle. The nozzle and the nozzle cap are generally two separate bodies, but even when they are made as one solid unit, its part surrounding the plasma jet nozzle is naturally regarded as the nozzle cap.

The gap designates spaces formed between the nozzle cap and the cover recesses made on one or both of these parts or by inserting another part between them. The recesses include all non-protruding portions.

#### **(e) Effects**

This invention improved the cooling efficiency not only of the nozzle cap but also of the nozzle itself.

#### **(f) Embodiments of Invention**

The present invention is now explained in detail in reference to the drawings illustrating its embodiments.

Figure 1 is an exploded view of a plasma jet torch assembly (1) of the present invention.

The assembly consists of a nozzle cap (2), a cover (3), a nozzle (4), an insulator (5), an electrode (6), and a torch head assembly (7). The electrode (6) is inserted into the torch head assembly (7) and connected to the negative terminal of the plasma cutter main body (not shown). In the assembly of this embodiment, the piping (8) for compressed air is also used as the lead wire to the electrode (6). Embodiments of this invention, however, are not limited to such assembly; the piping and the lead wire

may be two separate parts. At any rate, it is desirable to place the electrode (6) at a position so that it is in direct contact with the cooling part of the compressed air. An insulator (5) is inserted between the electrode (6) and the nozzle (4), and the nozzle cap (2) is screw fitted over the outer cylinder (9) of the torch head assembly (7) to clamp the assembly.

On the outer surface of the nozzle cap (2), multiple circumferential grooves and many longitudinal grooves (notches) (11) are provided. The longitudinal grooves (12) on the surface of the outer cylinder (9) of the torch head assembly (7) are arranged to match the small openings (13) in the nozzle cap (2). One end of the cylindrical cover (3) is narrowed in the form of part of a circular cone to prevent the diffusion of the compressed air from the small openings (13) and to discharge the air along surface of the nozzle cap (2) near its tip.

The paths of the compressed air are indicated as the dashed lines in Fig. 2. The compressed air from the pipe (8) of the torch head assembly (7) passes the multiple air injection orifices (14) provided on the surface around the electrode (6) and is lead to the small openings (13) in the nozzle cap (3) via the longitudinal grooves (12) in the torch head assembly (7). The air is further lead to the circumferential grooves (10) and the longitudinal notches (11), and then is discharged along the outer surface of the nozzle cap (2). In other words, part of the air from the air injection orifices (14) moves upward through the longitudinal grooves (12) and is discharged from the small openings (13) in the nozzle cap (2). The nozzle cap (2) is cooled by the air flowing through the gaps created when the cover (3) is installed. The air flows out along the outer surface of the tip of the nozzle cap (2) because of the narrowed end of the cover (3).

For cooling the surface of the nozzle (4), small amount of air flowing through the contact between the upper surface of the base (18) of the nozzle (4) and the inner surface of the end opening of the nozzle cap (2) is sufficient. To increase the flow, the notches (19) on the inner surface of the end opening of the nozzle cap (2), as shown in Fig. 3, may be used as the flow paths. The gap created by small protrusions (20) on the nozzle base (18), as shown in Fig. 4, may also be used as the air flow path. The small protrusions (20) may also be provided on the inner surface of the end opening of the nozzle cap (2) or on both of these surfaces. Therefore, for the purpose to supply the air to the nozzle (4), a conventional model such as illustrated in Fig. 12 may be used. To inject the air directly on the nozzle (4) for higher cooling efficiency, however, the nozzle cap with the notches (19) is preferred. On the other hand, the compressed air which is to become the plasma is lead to the arc generating zone at the tip of the electrode (6) through the air flow inlet orifices (15) provided on the outer surface of the insulator (5). The plasma generated there is injected from the nozzle (4) and cuts the work piece (W). The air flow paths to the arc generating zone may be provided at the joint between the insulator (5) and the nozzle (4), too, as illustrated in Fig. 5(a). Here the gap is created by providing the afore-mentioned small protrusions (20) on the surfaces in contact at the joint between the insulator (5) and the nozzle (4) (Fig. 5(b)). Alternatively, grooves or a ceramic with a larger particle size may be used, or otherwise they may be installed at the joint with the nozzle (4) to provide paths for the air to flow in.

The reason for the use of the multiple stage paths consisting of three circumferential grooves (10) and many longitudinal notches (11) on the outer surface of the nozzle cap (2) is to supply sufficient compressed air injected from the small openings (13) on the outer surface of the nozzle cap (2) and, at the same time, to prevent an instant discharge of the air. The numbers and the shapes of the circumferential grooves (10)

and the longitudinal notches (11) are not limited to those of this embodiment. They have only to provide sufficient gaps between the nozzle cap (2) and the cover (3). A simple gap which allows an instant discharge of the air, however, has a low cooling effect, and tends to supply insufficient air to the plasma generating zone. Therefore, a model in which the air is spread sufficiently around the nozzle cap (2) first and then is discharged gradually is preferred, as illustrated in this embodiment. Since the protrusions which comprise the notches (11) function as fins for heat radiation, fine protrusions at as small an interval as possible are desirable.

As shown in Fig. 6(a), the length (L) of the plasma injection orifice (16) of the nozzle (4) is increased to 3 mm from the conventional 2 mm and the pressure of compressed air is raised to 5 - 5.5 Kg/cm<sup>2</sup> from 3.5 Kg/cm<sup>2</sup>, further improving the cooling effect.

More specifically, the proper plasma for cutting is not injected by simply increasing the length (L) of the plasma injection orifice (16) at the tip of the nozzle (4) where conventionally most severe burning takes place, but this difficulty is resolved by raising the air pressure. In this invention, however, the length (L) of the injection orifice (16) is not limited to 3 mm; it may range from 2.5 mm to 5 mm. The diameter of the injection orifice (16) was conventionally about 0.8 mm. With this invention, satisfactory cutting can be obtained with an increased diameter ranging from 1 mm to 3 mm. Although cutting can be done without difficulty with an orifice of diameter up to 5 mm, a diameter about 1 mm is preferred for better appearance of the cutting surfaces. For the inside of the injection orifice (16), a smooth surface in the form of a circular arc, as shown in Fig. 6(a), is preferred for the smooth arc injection, but a surface in the form of a circular cone, as shown in Fig. 6(b), may be used.

The cover (3) may simply serve as a cover for preventing the diffusion of the air, but the longitudinal grooves (10) and the notches (11) may be made on its inner surface instead of on the outer surface of the nozzle cap. Such cover can be manufactured very easily at a low cost by injection molding of a material such as Duracon (?) or other heat resistant plastics. Longitudinal ridges may be made on its outer surface, as shown in Fig. 7, for the improved heat radiation and strength. The cover (3) may be manufactured as one solid unit with the torch head assembly (7) or may be installed on the assembly with the nozzle cap (2) inserted between the cover (3) and the outer cylinder (9). In this embodiment, the air may be supplied from the end of cylindrical part of the nozzle cap (2) without making the small holes (13) on the nozzle cap (2).

The shape of the torch head assembly (7) is not limited to that of the present embodiment; for example, the assembly shown in Fig. 8 maybe used, in which an air path is provided toward the base of the shorter electrode (6) for forced cooling concentrated on this part.

The longitudinal grooves (12) in the torch head assembly (7) are not limited to those of the present embodiment; two or more grooves made on the surface of the outer cylinder (9) in the assembly may be used. Alternatively, the small openings (13) may be made on the nozzle cap (2) at the positions below the threaded joint with the outer cylinder (9) instead of making the longitudinal grooves (12). In this embodiment, the small openings (13) for air injection lie closer to the end of the nozzle cap (2). Therefore, to improve the air circulation so that the air is spread over the entire nozzle cap (2), the gap may be increased or the air may be withdrawn from the upper end. For the purpose of spreading the air over the inner and the outer surfaces of the nozzle cap (2) and the surface of the outer cylinder (9) in the torch head assembly (7), the longitudinal grooves (12) are of course preferred because of their greater cooling effect.

Figure 10 illustrates an attempt to cool the torch tip with a cover (3) attached to a conventional torch. Here, small openings (13), longitudinal grooves (10), and notches (11) are machined on the nozzle cap (2), and the cover (3) then is fitted over the nozzle cap. Alternatively, if the longitudinal grooves (10) and the notches (11) are machined on the cover (3), only the small openings (13) is to be machined on the nozzle cap (2). The machining is thus simplified and remodeling is readily made.

#### (g) Merits of Invention

As described above, the plasma jet torch allows a long, continuous cutting operation because compressed air is used for cooling the nozzle cap so that the elevation of temperature is controlled in not only the nozzle cap but also the nozzle itself. Thus, the service durations of consumable parts such as the nozzle are extended and the operating cost is reduced. In addition, since the nozzle burning is almost eliminated, the use of a finer nozzle tip, the so-called pencil type, becomes possible and the visibility of the cutting point is enhanced for more precise cutting with an improved operating efficiency. Also, for example, if a valve is installed on the pipe (8) to regulate the air flow, this torch can be used with cutters with various capacities. Such is a great advantage of this invention.

#### 4 Brief Description of Figures

Figure 1 is an exploded view illustrating one embodiment of the plasma jet torch of the present invention; Fig. 2 is a schematic drawing of the longitudinal section of the assembled state of the plasma jet torch of Fig. 1; Fig. 3 is a broken-out view of the nozzle cap; Fig. 4 is a sketch of an alternative embodiment of the nozzle; Fig. 5(a) is a longitudinal section illustrating the alternative embodiment of the nozzle and Fig. 5(b) is a sketch of an alternative embodiment of the insulator; Fig. 6(a) is a longitudinal section of the nozzle and Fig. 6(b) is a longitudinal section of an alternative embodiment of the nozzle; Fig. 7 is a sketch illustrating an alternative embodiment of the cover; Fig. 8 is a longitudinal section of the torch assembly with an alternative electrode mounting; Fig. 9 is a longitudinal section of an alternative embodiment of the torch assembly of the present invention; Fig. 10 is a longitudinal section of a conventional torch with a cover attached; Fig. 11 is a schematic drawing illustrating the principle of the plasma jet cutting; and Fig. 12(a) is an exploded view illustrating a conventional nozzle and Fig. 12(b) is a top view of its assembled state.

- |                           |                               |
|---------------------------|-------------------------------|
| 1 --- plasma jet torch    | 2 --- nozzle cap              |
| 3 --- cover               | 4 --- nozzle                  |
| 5 --- insulator           | 6 --- electrode               |
| 7 --- torch head assembly | 10 --- circumferential groove |
| 11 --- notch              | 16 --- plasma jet orifice     |

Patent Applicant Akira Kanekawa  
Agent Hisaki Nagata, Patent Attorney (SEAL)



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-81274

⑬ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)4月14日

B 23 K 9/26  
H 05 H 1/28

E-7727-4E  
7458-2G

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 プラズマ・ジェット・トーチ

⑯ 特 願 昭60-219941

⑰ 出 願 昭60(1985)10月2日

⑱ 発 明 者 金 川 昭 大田市大田町大田1833番地2

⑲ 出 願 人 金 川 昭 大田市大田町大田1833番地2

⑳ 代 理 人 弁理士 永田 久喜

# 明 細 書

## 1 発明の名称

プラズマ・ジェット・トーチ

## 2 特許請求の範囲

1. 空冷式の移行型エアープラズマ切断機において、トーチヘッドアセンブリ、ノズル、ノズルキャップより成るものであって、該ノズルキャップと該ノズルキャップに外嵌したカバー部材との間に設けた空腔を該トーチヘッドアセンブリから流出する圧縮エアのうちの冷却用エア・流路としたことを特徴とするプラズマ・ジェット・トーチ
2. 空腔は、ノズルキャップの外周面に設けた凹部によって構成されるものである特許請求の範囲第1項記載のプラズマ・ジェット・トーチ
3. 空腔は、カバー部材の内周面に設けた凹部によって構成されるものである特許請求の範囲

図第1項記載のプラズマ・ジェット・トーチ。

4. 凹部は、外周面及び／又は内周面に少なくとも1以上の周溝を設け、かつ、長手方向に複数の溝を設けたものである特許請求の範囲第2項又は第3項記載のプラズマ・ジェット・トーチ。

## 3 発明の詳細な説明

### (a) 産業上の利用分野

本発明は、エアープラズマ切断機におけるプラズマ・ジェット・トーチの改良に関するものである。

### (b) 従来の技術

プラズマ・ジェット切断とは、気体が高温に加熱されて電子とイオンに電離した状態であるプラズマを噴流として被工作物に噴射して、その高温を利用して切断する加工法である。この加工に用いるプラズマ・ジェット・トーチは例えば第11図に示すような原理に基づくものである。つまり同

図に示すものは、トーチ内のタングステン電極を負極としてアークを飛ばし、これを囲むように作動ガス（アルゴン、窒素、水素等）を送り込みノズル(4)から噴出させるもので、アークの断面を小さくし電流密度を高めることができるから、極めて高温（33000℃）が得られる。導電性の材料にしか適用できないが、アルミニウム、ステンレス鋼などあらゆる金属の切断に実用されている。

ところが、従来のプラズマ切断には作動ガスとしてアルゴンなどを使用しなければならず、これの維持・管理に手間がかかったり、また、ガス圧の設定や作業電流の設定に微妙な調整をしなければならず、かなりの熟練を必要とするものであった。

この点に鑑み、近時作動ガスとして圧縮エアーを利用したプラズマ切断装置が開発され、作業性の飛躍的な向上が図れるようになった。つまり、エアープラズマ切断機においては、厚物の切断が出来ないものの（20mm程度以上）一般的なエアーコンプレッサーを作動ガスの供給源としているの

で、取り扱いが極めて容易となる利点がある。とりわけ、建築金物に利用される薄物のステンレス鋼や自動車用の鉄板などの切断には、切断幅が小さくてドロスの発生が少なく、また、被加工物の熱収縮が小さく歪がほとんど発生しないので好適である。

また、エアープラズマ切断加工における特徴が極めて細い切断幅で鋭利な精密切断ができ、後加工を最小限に抑えることができるものであるという関係上、トーチのヘッド部分を細くして切断箇所を目視しながら作業できるようヘッド部分、特にノズルの先端部分を極力細く構成していた。

さらにプラズマ切断においては、極めて高温のプラズマを発生するため、トーチのヘッド部分を冷却する必要がある。このため、ノズルに冷却水を循環させるようにした、いわゆる水冷方式のものや、作動ガスとしての圧縮エアーを冷却に利用した空冷方式のものがある。

ここで、従来の空冷式エアープラズマ切断機におけるトーチのノズル部分を第12図(4)に示すと、

冷却用の圧縮エアーはノズル(4)の台座部(18)周縁に設けた複数の切欠(19)（第12図(4)）から流出するよう構成し、ノズル(4)の冷却を図っていた。

#### (4) 発明が解決しようとする問題点

しかし、エアープラズマ切断は上述した如く、種々の優れた利点があるものの、特に前述した従来例に示すようなヘッド部分を小型にしたものは冷却効果が充分でないため、トーチのノズル部分の焼損が激しく、長時間連続して使用することができないという欠点があった。つまり、高温度のプラズマを噴射するときの熱及び切断時における被加工物からの反射熱によって、ノズルの先端部分が溶融してしまうためである。このことは、ノズルのみならず、ノズルを保護するノズルキャップにまで及ぶことがあった。

ノズルのプラズマ噴出口は焼損するにつれて孔が広がり、しかもほとんどが偏心した方向に広がってしまう結果、プラズマも適切な位置に噴出せず、正確な切断を行なうことができなかった。

従って、これらの焼損を回避するために水冷方式を取り入れると、構造が複雑化すると共にノズルのヘッド部分が大型化するの否めなかった。また、空冷式のものであってもエアーの流量を多くするため、いきおいノズルのヘッド部分が大型化し、視認性が極めて悪く切断の精度さに欠け、しかも作業能率の低下を招くものであった。

#### (4) 問題を解決するための手段

そこで本発明者は鋭意研究の結果、作動ガスとして用いる圧縮エアーを利用してノズルキャップを強制冷却することにより、長時間連続使用可能とし、かつ、ヘッド部分を小型化したプラズマ・ジェット・トーチの開発をするに至った。

つまり、本発明に係るプラズマ・ジェット・トーチは、ノズルを保護及び支持するノズルキャップにカバー部材を外嵌し、このカバー部材とノズルキャップの間に設けた空腔にエアーを流入させることにより冷却するようにしたものである。

尚、本明細書中でいうトーチヘッドアッセンブ

リとは、電極棒を装填する部分であって、プラズマ切断機本体からの電源に接続され、かつ、圧縮エアーの配管を設けたものをいう。また、この部分の形状は直立型或いは先端部分を曲げたいわゆるL字型のものなどでもよい。そして、この部分は通常カバーを被せ、手動用のスイッチを設けたハンドル部分として用いるが、勿論自動機として用いるものでもよい。

また、ノズルキャップとは、トーチ先端部分に装着してノズルを周囲を覆うものであって、トーチ先端部分をカバーするものをいう。さらに、ノズルキャップは一般的には別体として構成されるが、勿論、これらを一体としたものでもプラズマを噴出するノズルを覆う部分も当然にノズルキャップの概念に含むものとする。

この際、空隙とはノズルキャップとカバー部材のいずれか一方或いは両方に凹部を設けたことにより形成されるものをいうが、両者の間に他の物を存在させて隙間を生じるようにしたものも含む。また、凹部とは凸部以外の全ての部分をいう

ものとする。

#### (a) 作用

この結果、ノズルキャップの冷却のみならず、ノズル自体の冷却効果も高まることとなった。

#### (i) 実施例

ここで本発明を図面に示す実施例に基づいて詳細に説明する。

第1図は本発明に係るプラズマ・ジェット・トーチ10の分解斜視図である。

これは、ノズルキャップ20、カバー部材30、ノズル40、絶縁体50、電極棒60及びトーチヘッドアセンブリ70より成るものであって、電極棒60はトーチヘッドアセンブリ70に挿入され、プラズマ切断機本体（図示せず）の負極に接続される。本実施例では、圧縮エアー用のパイプ80を電極棒60への導線として兼ねるように構成しているが、本発明はこれに限定するものではなく、夫々別体とするようにしてもよい。しかし、冷却効果のあ

る圧縮エアーに直接触れる箇所に電極棒60をセットする方が望ましい。次に電極棒60とノズル40との間に絶縁体50を介在させてから、ノズルキャップ20をトーチヘッドアセンブリ70の外装90に螺着し、これらを固定する。

ノズルキャップ20の外周面には、円周方向に周溝100…を設け、長手方向には多数の溝110を設け多岐構造としている。そして、トーチヘッドアセンブリ70の外装90の外周面に設けた縦溝120…とノズルキャップ20の小孔130…と夫々対応するようにしている。また、カバー部材30は一側を円錐状に絞った筒状のもので、小孔130…からの圧縮エアーの放散を防ぐと同時にノズルキャップ20の先端部分の周面に沿ってエアーを流出させるためのものである。

ここで、圧縮エアーは第2図の点線に示すようにトーチヘッドアセンブリ70のパイプ80から、電極棒60を装填した部位の周囲に設けられた複数のエアー噴出口140…を通り、トーチヘッドアセンブリ70の縦溝120によって、ノズルキャップ

20の小孔130へと導かれる。そして、このエアーは周溝100から溝110…へと導かれノズルキャップ20の外周面に沿って流出するようにしている。すなわち、エアー噴出口140…からのエアーの一部が縦溝120を通して上昇し、ノズルキャップ20の小孔130から噴出させると共にカバー部材30を外嵌したことによって生じる空隙をエアー流路とすることによりノズルキャップ20を冷却するように構成したものである。そして、カバー部材30の端部を絞ることによって、ノズルキャップ20の先端部分の周面に沿ってエアーが流出するようにしたものである。

また、ノズル40周面へのエアーはノズル40の台座部150上面とノズルキャップ20の先端開口部内面との接当面から僅かに流出するエアーだけで充分である。勿論、この部分への流量を多くするためには、第3図に示すようにノズルキャップ20の先端開口部内面に切欠160を設け、これをエアー流路としてもよい。この他、第4図に示すように台座部150に小突起200を設け、これによって生

じる隙間からエアーを流出させるようにしてもよい。この場合、小突起(20)はノズルキャップ(2)の先端開口部内面に設けてもよく或いは両者に設けてもよい。従って、ノズル(4)部分にエアーを供給する意味においては、第12図に示した従来例のようなものでもよい。ただ、エアーを直接ノズル(4)に噴射し、冷却効果を高めるためには切欠(19)を設けたものの方が好ましい。一方、プラズマ化される圧縮エアーは、絶縁体(5)の周囲に設けたエアー流入口(15)から電極棒(6)先端のアーク発生部分に導かれる。そして、この部分でプラズマ化され、ノズル(4)から噴射することにより被加工物(8)を切断する。ここでアーク発生部分へのエアーの流路は第5図(ハ)に示すように絶縁体(5)とノズル(4)との接合部にも設けるようにしてもよい。これは絶縁体(5)のノズル(4)との接合部に前述した小突起(20)を設けたことによって隙間を生じさせたものである〔第5図(ハ)〕。勿論、この他溝を設けたり或いは材質をセラミック等とした場合には粒度を荒くするなどしてエアーが流入できるようにす

ばよく、また、これらをノズル(4)の接合部に設けるようにしてもよい。

ノズルキャップ(2)に設けられた3つの周溝(10)を夫々溝(11)によって区切った多段構造としているのは、小孔(13)から噴出する圧縮エアーをノズルキャップ(2)の外周に充分回り込ませると共にエアーが一時に流出しないようにするためである。周溝(10)及び溝(11)の数や形状は、本実施例に限定するものではなく、要はノズルキャップ(2)とカバー部材(3)との間に空隙が生じるようにしたものであればよい。しかし、エアーを一時に放出してしまう単なる空隙だけでは冷却効果が少なく、しかもプラズマ化させる部分に充分にエアーを供給できなくなるので、本実施例のようにノズルキャップ(2)の周囲にエアーを充分行き渡らせてから徐々に流出させた方が好ましい。また、溝(11)を構成する突起はフィンの役目をし放熱効果があるので、できるだけ細かく設ける方が好ましい。

ノズル(4)は第6図(ハ)に示すようにプラズマ噴出口(16)の長さ(L)が従来では2mmであったもの

を3mmにすると共に、圧縮エアーの圧力を $3.5 \text{ kg/cm}^2$ から $5 \sim 5.5 \text{ kg/cm}^2$ に高くすることによって、冷却効果をさらに高めている。

この点について、従来特に焼損の激しい部分であるノズル(4)の先端部分すなわち噴出口(16)の長さ(L)を単に長くするだけでは適切なプラズマが噴射せず切断できなかったが、エアー圧を高くすることによって解決することができた。勿論、噴出口(16)の長さ(L)を3mmとすることは本発明を限定するものではなく、2.5mm～5mm程度の長さであればよい。また、噴出口(16)の径は従来 $\phi 0.8 \text{ mm}$ 程度であったものを $\phi 1 \text{ mm} \sim \phi 3 \text{ mm}$ 位としても良好に切断することが可能となった。勿論 $\phi 5 \text{ mm}$ 位の大きさまでは充分切断できるが、 $\phi 1 \text{ mm}$ 前後の径とした方が切断面の仕上がりが美しく好ましい。さらに、噴出口(16)の裏面部分は図示のように円弧状にした方がアークの噴出がスムーズとなって好ましいが、第6図(ハ)に示すような円錐状のものとしてもよい。

カバー部材(3)は、エアーの放散を防ぐカバーと

しての役目を有するだけでもよいが、ノズルキャップ(2)外周面に設けた周溝(10)、溝(11)をこの内周面に設けるようにしてもよい。この場合、ジュラコンやその他の耐熱性プラスチック等の材料で射出成形すれば、極めて簡単に、かつ、安価に製作することができる。また、第7図に示すように外周には長手方向に突条体を設けて放熱効果を高めると共に強度を大きくするようにしてもよい。さらに、このカバー部材(3)はトーチヘッドアッセンブリ(7)と一体若しくはこれに取り付けてノズルキャップ(2)をカバー部材(3)と外套(9)との間に差し込むようにしてもよい。この場合、ノズルキャップ(2)に設けた小孔(13)は設けなくても、ノズルキャップ(2)の円筒部の端部からエアーを流入させるようにしてもよい。

尚、トーチヘッドアッセンブリ(7)等の形状は本実施例に限定するものではなく、第8図に示すように電極棒(6)を短くし、その底部にエアー流路を設けて、この部分を強制的に冷却するようにしたものでもよい。

トーチヘッドアッセンブリ(7)に設けた縦溝(12)は、本実施例に限定するものではなく、周面に2本か若しくはそれ以上設けるようにしてもよい。もっとも、第9図に示すように縦溝(12)を設けずに、ノズルキャップ(2)の外套(9)との螺着部以外の箇所に小孔(13)を設けるようにしてもよい。この場合、エアーを噴出する小孔(13)がノズルキャップ(2)の先端寄りに位置することになるので、エアーをノズルキャップ(2)全体に行き渡らせるよう円筒部付近での循環を良くするために空腔を大きくしたり或いは上端部からエアーを抜くようにしてもよい。しかしエアーをノズルキャップ(2)の内面及び外面を通過させる点やトーチヘッドアッセンブリ(7)の外套(9)周面にエアーを通過させる点においては、これらを冷却する効果が大きい縦溝(12)を設ける方が好ましいことはいうまでもない。

第10図は従来のトーチにカバー部材(3)を取り付けてトーチ先端部分の冷却を図ったものである。この場合には、ノズルキャップ(2)に小孔(13)、周溝(10) …、溝(11)を設ける加工を施してカバー部

材(3)を外嵌しているが、周溝(10) …、溝(11)を設けたカバー部材(3)を取り付けてもよい。従って、ノズルキャップ(2)には小孔(13)を設けるだけでよいので、加工が簡単となり、容易に改造することができる。

#### (4) 発明の効果

以上のように本発明に係るプラズマ・ジェット・トーチは、圧縮エアーでノズルキャップを冷却したことにより、ノズルキャップのみならずノズルの昇温をも抑制することとなり、長時間に渡っての連続作業が可能となった。これに伴いノズル等の消耗部品の使用サイクルが長くなり、ランニングコストが低くなった。さらに、ノズルの焼損がほとんどなくなった結果、ノズルの先端部分をより細くしたいいわゆるペンシル型にすることが可能となり、切断箇所の視認性が高くより精確に切断でき、かつ、作業能率の向上が図れることとなった。また、例えばパイプ(8)にバルブを取り付けてエアーの流量を調節できるようにしておけば、

種々の大きさの機種にこのトーチを取り付けて使用することもできるという極めて有益な効果を有するものである。

#### 4 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示す分解斜視図、第2図は第1図のものを組み立てた状態を示す概略断面図、第3図はノズルキャップの一部を切り欠いた斜視図、第4図はノズルの他の実施例を示す斜視図、第5図(a)はノズル部分の他の実施例を示す断面図、同図(b)は絶縁体の他の実施例を示す斜視図、第6図(a)はノズルの断面図、同図(b)はノズルの他の実施例を示す断面図、第7図はカバー部材の他の実施例を示す斜視図、第8図は電極棒の取り付け部分の他の実施例を示すトーチの断面図、第9図は本発明の他の実施例を示す断面図、第10図は従来のトーチにカバー部材を取り付けた状態を示す断面図、第11図はプラズマ・ジェット加工の原理を示す概略断面図、第12図(a)はノズル部分の従来例を示す分解斜視図、同図(b)はそれを

組み立てた状態の平面図である。

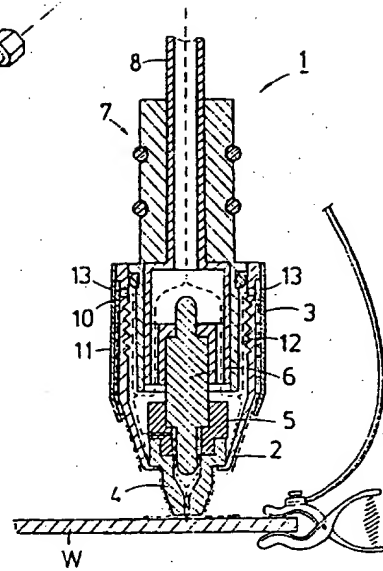
- 1 … プラズマ・ジェット・トーチ
- 2 … ノズルキャップ
- 3 … カバー部材
- 4 … ノズル
- 5 … 絶縁体
- 6 … 電極棒
- 7 … トーチヘッドアッセンブリ
- 10 … 周溝
- 11 … 溝
- 12 … プラズマ噴出口

特 許 出 願 人  
代 理 人 弁 理 士

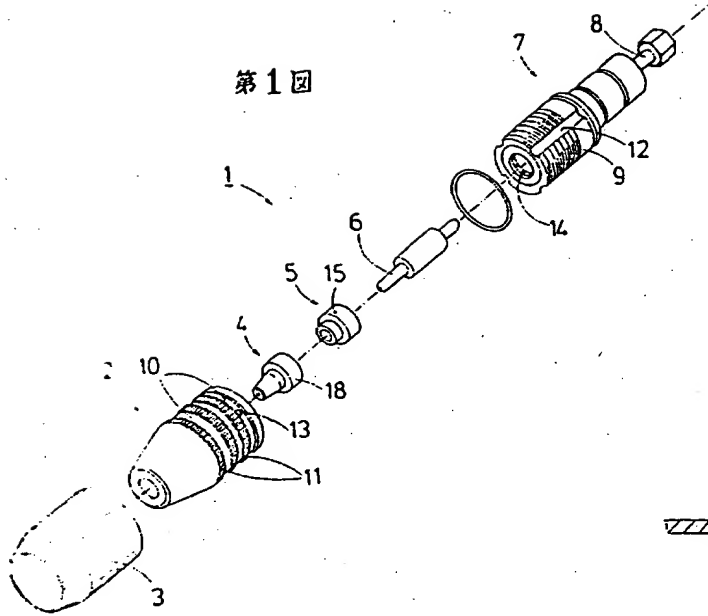
金 川 昭  
永 田 久 嘉



第2図

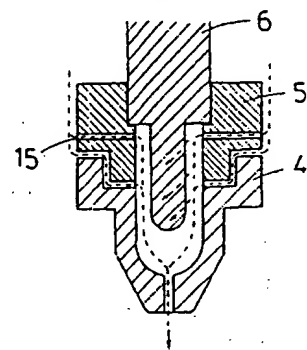


第1図

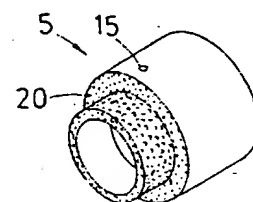


第5図

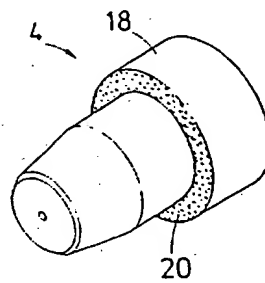
(a)



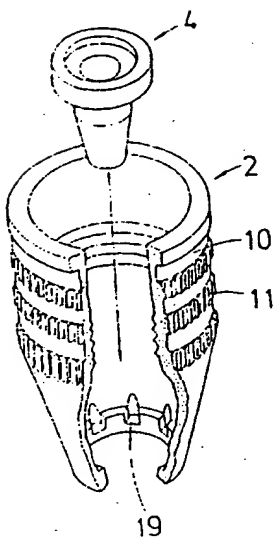
(b)



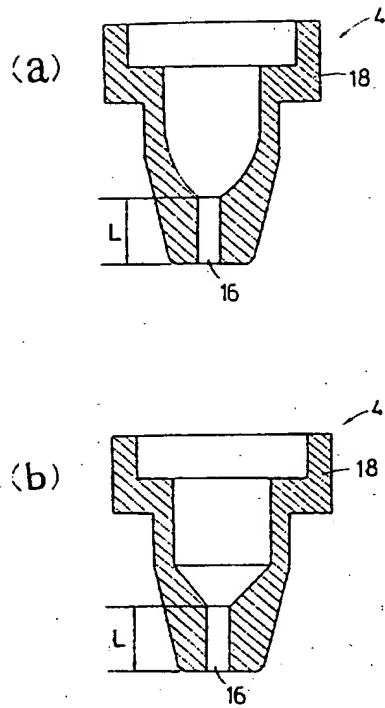
第4図



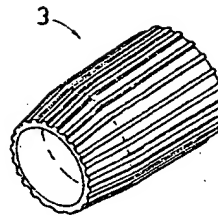
第3図



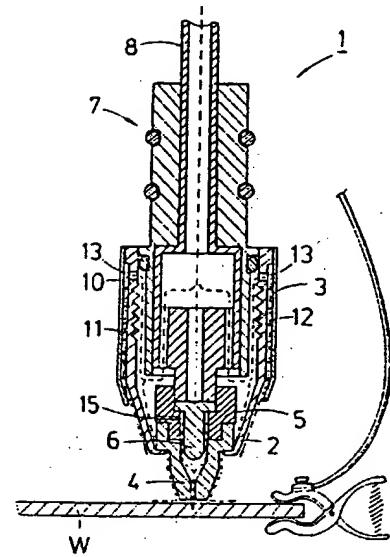
第6図



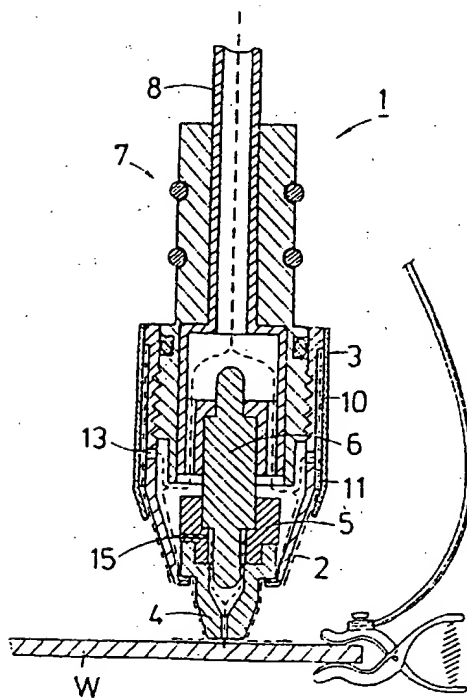
第7図



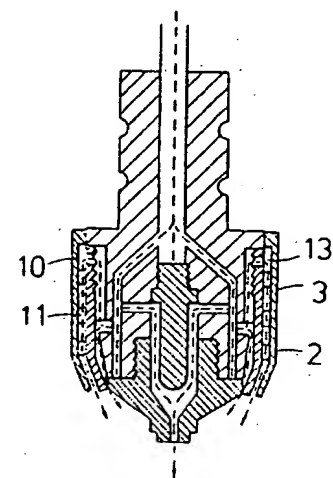
第8図



第9図



第10図



第12図

第11図

